

## TP1 : Etude temporelle des systèmes linéaires continus 1/2

Le but de ce premier TP est manipuler des systèmes linéaires continus, et d'étudier le comportement temporel des systèmes d'ordre un et deux. L'identification de ces systèmes, à partir de leur réponse indicielle est également abordée. Il s'agira également, à travers les différentes manipulations, de découvrir l'environnement de travail utilisé tout au long des travaux pratiques (Matlab/Simulink)

### 1 Utilisation de Matlab/Simulink

Simulink est un module de Matlab destiné à fournir des outils graphiques de conception de systèmes. Sa nature intuitive et sa conception par blocs en font un logiciel très simple à utiliser. Grâce à un module temps réel, il peut être interfacé à une carte d'entrées/sorties analogiques/numériques.

L'appel de l'interface Simulink s'effectue à partir d'une icône présente dans la barre d'outils de Matlab. L'utilisateur a alors accès à une fenêtre dans laquelle les blocs sont regroupés sous la forme de familles, et à un espace de travail. Ce dernier permet d'insérer des blocs par simple « glisser déplacer », et de les interconnecter entre eux par des liens. Les propriétés de chaque bloc peuvent être accessibles et modifiables par un double clic du bouton gauche de la souris sur ce bloc.

Une simulation temporelle du système s'effectue par une commande située dans la barre d'outils de la fenêtre Simulink. Les paramètres de cette simulation sont également modifiables.

Vous avez à votre disposition un fichier nommé `blocs.mdl`, que vous pouvez ouvrir à partir de Matlab/Simulink (cf. figure 1). Ce fichier contient les principaux blocs qui vous seront utiles pour la conception de vos schémas. Pour créer un schéma, il suffit de sélectionner le sous-menu `nouveau schéma`, dans le menu `fichier`.

Un exemple d'asservissement sur un procédé simulé est donné sur la figure 2.

### 2 Prise en main de Matlab Simulink

Cette partie propose différents petits exercices destinés à découvrir les principales fonctions de Matlab/Simulink.

#### 2.1 Mon premier schéma

Il s'agit de réaliser la simulation de l'essai à un échelon d'un système d'ordre 1, de fonction de transfert  $G(p) = \frac{0.5}{1 + 0.3p}$ . Le schéma correspondant est donné sur la figure 3. Le résultat de la simulation que vous devez obtenir est donné sur la figure 4. Cet exercice vous permettra de manipuler les différents blocks, de les paramétrer, de changer leur nom, ainsi que celui des signaux. Il faudra également modifier le temps de simulation, ainsi que le nombre de voies d'acquisitions de l'oscilloscope.

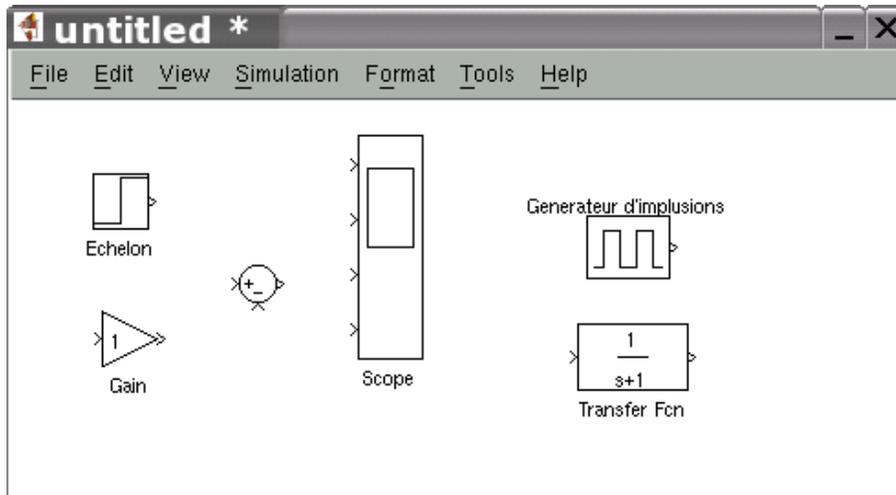


FIGURE 1 – Sélection des briques utilisées pour concevoir les schémas d'assevissement.

## 2.2 Simulation d'un système en boucle fermée

Vous devez maintenant boucler le système précédent et observer, sur le même oscilloscope, le signal de consigne, le signal d'erreur et le signal de sortie.

## 2.3 Pilotage d'un système réel via une carte de contrôle commande

Certains des ordinateurs que vous utilisez sont équipés de cartes de contrôle/commande temps réelles, directement pilotables sous Matlab/Simulink. La figure 5 montre le schéma d'un essai à un échelon d'un système réel bouclé. Le bloc Rt AsyncOut est relié à une voie de sortie de la carte de contrôle commande. Le bloc Rt In est relié à une voie d'acquisition de la carte. La période d'échantillonnage associée à ce dernier doit être définie en fonction du temps de montée du système à identifier.

Vous devez réaliser un essai à une rampe du système réel, sur une période de temps de 10s, avec une amplitude du signal de sortie variant de 0 à 10V. L'amplitude se règle entre -1 et 1, la valeur 1 correspondant à la pleine échelle de la voie de sortie de la carte d'interface (réglée ici à  $\pm 10V$ ).

## 3 Identification d'un moteur

Le but de cette question est d'être capable d'identifier le modèle d'un moteur à courant continu, assimilable dans sa zone linéaire à un système d'ordre un, à partir d'un essai à un échelon. Le moteur est pilotable via Matlab/Simulink. D'autre part, une observation de l'image de sa vitesse de rotation est possible dans Simulink.

### 3.1 Détermination de la zone de linéarité du moteur

Pour déterminer la zone de linéarité du moteur, il faut réaliser un essai statique. Pour cela, Il convient de relever, pour plusieurs valeurs de l'entrée, la valeur de la sortie. Une méthode plus rapide et approximant cet essai consiste à tracer la réponse du système à

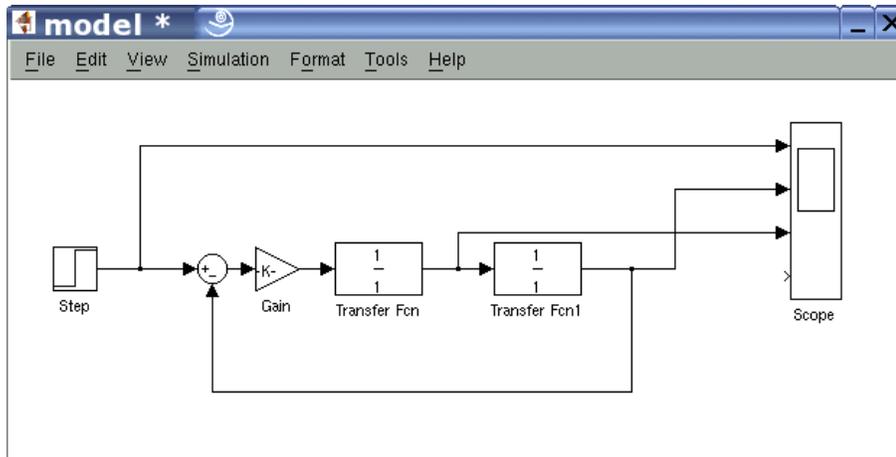


FIGURE 2 – Exemple d’asservissement d’un procédé simulé.

### Mon premier schema

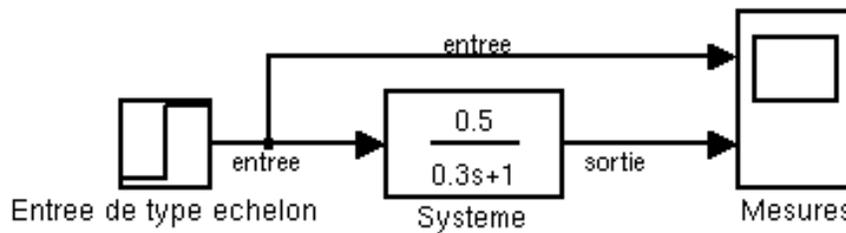


FIGURE 3 – Mon premier schéma.

une rampe de pente négligeable devant le temps de réponse du système. Vous devez relever le comportement du moteur devant une entrée de type rampe de vitesse, de pente  $1V/s$ . Vous devez ensuite déduire de cette courbe la zone de linéarité du système.

### 3.2 Réponse indicielle

Une fois la zone de linéarité connue, il faut effectuer un essai indiciel, dans cette zone de linéarité, afin d’en déduire les deux paramètres du système d’ordre un modélisant le système. Vérifiez vos calculs en simulant l’essai à un échelon avec le modèle obtenu et en comparant la courbe simulée avec la courbe réelle.

### 3.3 Comportement d’un système d’ordre un bouclé

On désire maintenant boucler le système d’ordre un. Tracez la réponse indicielle obtenue à partir du système bouclé. Justifiez la forme de la courbe obtenue à partir d’une étude théorique.

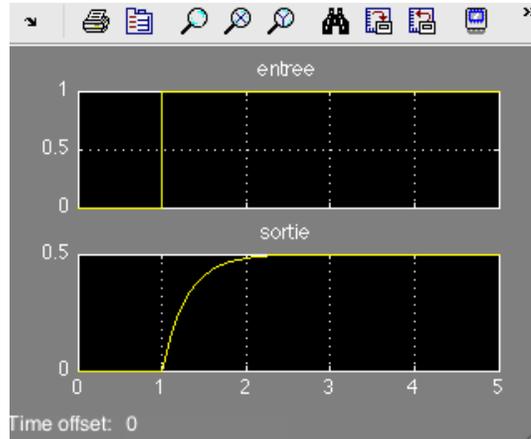


FIGURE 4 – Réponse à un échelon d'un système d'ordre un.

## 4 Identification d'un moteur à partir d'un asservissement de position

Dans cette partie, on considère qu'on dispose d'un moteur associé à un capteur de position. Ce système est assimilable à un modèle d'ordre un, auquel on ajoute un intégrateur :  $G(p) = \frac{K}{p(1 + \tau p)}$ . D'autre part, on conservera la même zone de linéarité que dans les questions précédentes. Montrez que la réponse à un échelon du moteur associé à son capteur tend vers  $\infty$ .

### 4.1 Essai à un échelon

Pour identifier le système, on choisi d'effectuer un essai en boucle fermée.

1. Exprimez la fonction de transfert du système bouclé sous la forme d'un système d'ordre deux :

$$H(p) = \frac{G(p)}{1 + G(p)} = \frac{K}{1 + 2(\xi/\omega_0)p + p^2/\omega_0^2}$$

2. Réalisez l'essai à un échelon permettant d'identifier ce système d'ordre deux.
3. Remontez aux paramètres  $K$  et  $\tau$  du moteur.

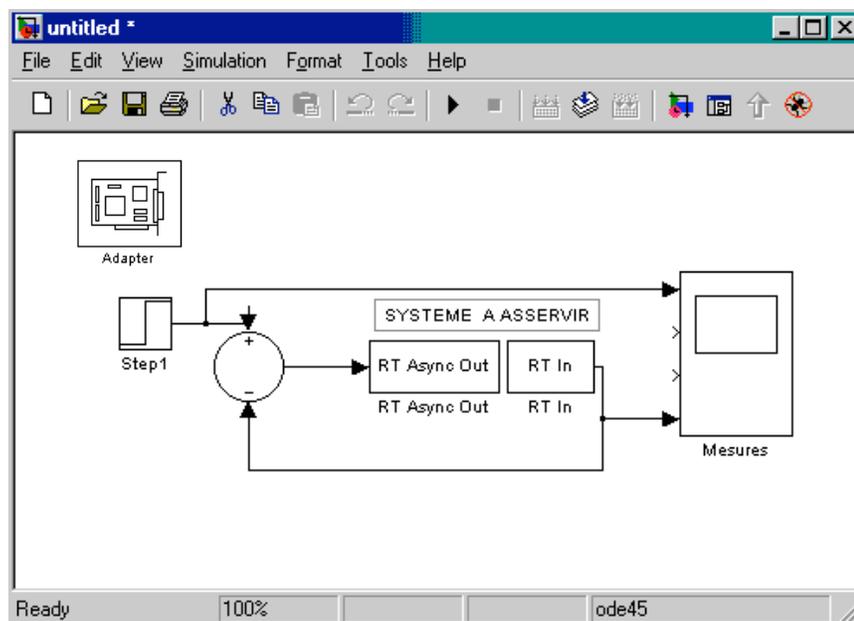


FIGURE 5 – Schéma Simulink de l'essai à un échelon d'un système réel.